Über die Entwickelung

und den

feineren Bau des Ligamentum spirale

in der Gehörschnecke.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfaßt und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Felix Voigt,

approb. Arzt aus Spandau.

München 1905.

Über die Entwickelung

und den

feineren Bau des Ligamentum spirale

in der Gehörschnecke.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfaßt und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Felix Voigt,
approb. Arzt aus Spandau.

München 1905.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität München.

Referent:
Herr Professor Dr. Mollier.

Innerhalb der äußerst umfangreichen Literatur über die Anatomie der Gehörschnecke existieren nur sehr wenige (4) spezielle Veröffentlichungen über die Anatomie der Außenwand des Ductus cochlearis und unter diesen nur eine größere. Diese wenigen beschränken sich in der Hauptsache auf die epitheliale Bedeckung der genannten Außenwand, während das darunterliegende Gewebe des Ligamentum spirale überhaupt noch nicht die besondere Zuneigung eines Beobachters zu gewinnen vermochte.

Erst Prenant erkannte (S. 54) „daß es ohne Zweifel ein Gebiet ist, das ein detailliertes Studium mit Hilfe der verschiedensten Untersuchungsmethoden verdiente".

Nach ihm erklärte dann Eichler (S. 330) es für „dringend notwendig, daß wir über der Grundhaut der Schneckenhülle feineren Bau genauer unterrichtet werden".

Solchen Anregungen folgend, veröffentliche ich als Versuch einer Klärung der mikroskopischen Anatomie des Ligamentum spirale, nachfolgende eigene Bearbeitung dieses Gebietes. Damit hoffe ich auch, gleichzeitig einem Teile meiner Dankespflicht gegen Herrn Professor Dr. Rückert zu genügen, der mir über lange Zeit hinaus stets wohlwollend einen Arbeitsplatz im Münchener Anatomischen Institute zur Verfügung stellte.

Eine Zusammenstellung der recht verstreuten

Literatur

über das Ligamentum spirale existiert bisher noch nicht. Todd und Bowman hielten als erste spindelförmige Zellen in der Prominentia spiralis und im Sulcus spiralis externus für glatte Muskelfasern. Sie beschrieben ferner die im subepithelialen Gewebe des Sulcus spiralis externus, wenn man vom Epithele absieht, vorhandenen Spaltbildungen und säulenartigen Zwischenbalken als (S. 80) „eine Reihe gewölbter, vertikaler Pfeiler, mit dazwischen liegenden Nischen. Jene verlaufen hin zum äußeren hellen Gürtel der Membrana

basilaris, welche eine Art Sehne für den Muskel bildet. Diese ganze Anordnung ist an sich fast genügend, um die muskuläre Natur der Struktur zu beweisen."

Dem gegenüber bewies Kölliker das Irrige dieser Anschauung. Ebenso spricht sich Deiters für eine einfache bindegewebige Natur des Ligamentum spirale aus. Hensen unterscheidet am Ligament 2 Abteilungen, die unterhalb und die oberhalb der durch die Membrana basilaris gebildeten Ebene. Kölliker spricht von einer „aus hübschen, vieleckigen, hellen Zellen bestehenden Platte (sic!), die eine bedeutende Ähnlichkeit mit gewissen einfachen Knorpelformen zeigt". Ausführlicher berichtet Böttcher. Die Entwicklungsgeschichte berücksichtigend, teilt er mit, daß die Außenwand des Ductus cochlearis beim 9 cm langen Katzenembryo nach dem Ductuslumen vorgewulstet ist und daß der Wulst beim Embryo von 11,5 cm allmählig schwindet. Es handelt sich um „eine Bildung von Schleimgewebe, welche den allgemeinen Schwund dieses Teils des Ligaments einleitet". Dieses wird immer reicher an Gefäßen, die sich dem Epithel nähern und schließlich dicht anlegen. Beim neugeborenen Kätzchen findet man zwischen der Stria und dem fibrösen Teile des Ligaments noch einen Rest des Schleimgewebes, allein dieser schwindet bald auch gänzlich. Weiter berichtet Böttcher eingehender über Spaltbildungen im subepithelialen Gewebe des Grundes des Sulcus spiralis externus, die er „Löcher" nennt, entsprechend Bowmanns „Nischen", Köllikers „Maschen", Deiters' „Öffnungen". Diese „Löcher" dringen nach Böttchers Angaben (S. 150) „eine Strecke weit als zylindrische Kanäle ein und spitzen sich dann zu, indem sie bis über ein Dritteil der ganzen Breite des Ligamentum vordringen. Wo die Mündung durch den Schnitt nicht getroffen ist, erscheinen sie mehr oder weniger vom Sulkus entfernt, als rundum begrenzte längliche Gruben".

Nach Winiwarter besteht das Ligament im ganzen (S. 688) „aus einem dichten Faserwerk von Bindegewebe

mit eingestreuten Spindelzellen und elastischen Elementen". Auch Reichert meldet, daß das Bindegewebe im Ligament elastische Elemente enthalte. Waldeyer wiederum faßt das Ligament als einfaches Bindegewebe auf und unterscheidet daran 3 Schichten, das „Periost", dann das „lockere Bindegewebe" und 3. eine gegen die Stria gelegene „Membrana propria des Ductus cochlearis". Nach Retzius soll beim Kaninchen das Ligament aus einem von Blutgefäßen durchzogenen dichten Bindegewebe von zahlreichen Zellen mit verzweigten Ausläufern und einer dichten streifig balkigen Interzellularsubstanz mit netzförmiger Anordnung der Maschen zusammengesetzt sein. Auch beim Menschen ist eine Abgrenzung eines Periostes nicht erkennbar. An der Stelle der Prominentia spiralis soll bei Menschen (S. 343) eine „Vermischung" von Epithel und Bindegewebe stattfinden. Schwalbe schildert (S. 350/51) ähnlich wie Waldeyer drei Schichten des Ligamentum spirale, 1. eine äußerste, als „Periost" aufzufassende Schicht, 2. eine „Zone lockeren Bindegewebes", und 3. eine „innere breite Zone aus verdichtetem zellreichem Bindegewebe", welche „auf ihrer dem Sulcus spiralis externus entsprechenden Oberfläche" als „zellenlose, glashelle Grenzschicht eine modifizierte Fortsetzung der Basilarmembran" darstellt. In dieser glashellen Schicht befinden sich „eigentümliche nischenartige Vertiefungen von ovaler Form", deren „Längsachse vertikal zur Basilarmembran" steht. „Die „zwischen ihnen befindlichen Vorsprünge oder Pfeiler erscheinen längsfaserig."

Nach Prenant besteht das Ligamentum spirale aus netzförmigem faserigem Gewebe. Er schreibt (S. 53) „In den Maschen dieses Gewebes, oder auf den Balken des Reticulums selbst befinden sich spindelförmige oder gar verzweigte Zellen. Diese sind viel reichlicher in der Gegend des Ansatzes des Ligaments an der Membrana basilaris. Dort strahlen auch die Zellen ebenso wie die Fasern des Netzwerkes von der Anheftungsstelle der Membrana basilaris aus fächerförmig auseinander." Die Frage, in welche

Bindegewebskategorie das Ligament gehört, entscheidet Prenant nicht.

Das bei embryonalen und jungen Tieren unter der Stria weitmaschige Netzwerk, Böttchers Schleimgewebe, hält Prenant für epithelialer Natur. Er hatte nämlich in der embryonalen Stria ein epitheliales Symplasma mit mehrfach übereinander gelagerten Kernen gefunden. Die tiefen Kerne sah er in späteren Stadien in unbestimmt retikulierter Substanz liegen. „Diese Schicht," so schreibt er (S. 36) vom 10 cm langen Meerschweinchenembryo, „entsteht unzweifelhaft durch Retikulation der die Kerne gemeinsam umgebenden Protoplasmamasse." Bei der drei Tage alten Katze nennt er das unter der Stria gelegene Netzwerk „epitheliales Retikulum". Bei der erwachsenen Katze sieht er, als Begrenzung der Stria gegen das Ligament (S. 55) „eine Reihe länglicher, tangential gestellter Kerne mit unregelmäßigen Zwischenräumen, die eine Art Basalmembran zu vertreten scheinen, welche zwischen der Stria und dem Gewebe des Ligaments eine ganz deutliche Begrenzungslinie darstellt." Prenant fragt sich, ob diese von der medialsten Verdichtungszone des Ligamentum spirale, die er „periepitheliale Lage" nennt, abstammt, also bindegewebiger Natur ist, oder ob sie ein Abkömmling des „epithelialen Retikulums" ist. „Ich neige," sagt er, „dieser zweiten Annahme zu; die fragliche kernhaltige Membran würde dann (auroit alors) epithelialen Ursprung haben, da sie ein Produkt ist (puisqu'elle est un produit) der Umwandlung des epithelialen Retikulums". Von der Gegend des Sulcus spiralis externus glaubt Prenant, daß von den äußersten Enden von Epithelfortsätzen (S. 64) „sich Zellen ablösen, die frei werden innerhalb des Bindegewebes des Ligamentum spirale und der Prominentia spiralis, und die vielleicht Muskelzellen darstellen. Dies ist", so schreibt Prenant weiter, „vor allen für eine Zellgruppe wahrscheinlich — wenn schon ich mich nicht direkt davon überzeugen konnte —, welche in der Dicke der Prominentia spiralis

bei der jungen Katze gelegen ist und die vielleicht den Querschnitt eines Ringmuskels darstellt.“ Ob also ein Musculus cochlearis besteht, entscheidet Prenant nicht. Vielmehr fordert er, wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, zu einer speziellen Untersuchung des Ligamentum spirale auf.

Die Literaturübersicht ergibt, daß eine Anzahl von Autoren das Ligamentum spirale nur als Bindegewebe ansieht, von einigen in mehrere Schichten unterschieden in eine äußerste periostale, eine mittlere lockere Lage und eine innerste dichtere, die Basalmembran des Striaepithels. Eine andere Zahl von Beobachtern sieht elastische Fasern.

Das von Todd und Bowman behauptete Vorhandensein eines Musculus cochlearis, das von den meisten späteren Autoren bestritten, bezw. nicht mehr erwähnt wird, gewinnt durch die neuerlichen Behauptungen Prenants über die Existenz eines Akkomodationsorganes an gleicher Stelle wieder an Interesse. Besondere Aufmerksamkeit erheischen die Anschauungen der Autoren über jenes Gewebe, das unter der Stria vascularis gelegen ist, die Fragen, ob ein Teil davon zur Stria gehört, ob eine Basalmembran vorhanden ist, ob schließlich diese und alle Elemente zwischen ihr und den oberflächlichsten Striaepithelzellen epithelialer Natur sind.

Es gelang mir folgende Altersstadien von der Katze zu untersuchen:

Embryonen von 8, 10, 12 cm Nackensteißlänge.

Neugeborene, $1^1/_2$, 8 und 14 Tage alte, ferner 3 Monate, 3 und 4 Jahre alte Tiere.

Bei Beschreibung der einzelnen Präparate wird stets die bei ihnen angewendete Präparationsmethode angegeben werden.

Die mikroskopischen Befunde.

Bevor ich eine genügende Auswahl von Präparaten aus dem eben aufgezählten Material beschreibe, bin ich durch die Güte von Herrn Prof. Dr. Rückert in der Lage, auf ein Präparat eines Katzenembryos von 52 mm Länge kurz einzugehen, das aus der Sammlung des Anatomischen Instituts München stammt und vom verstorbenen Professor Rüdinger angefertigt worden ist.

In genanntem Stadium finden sich Lumina der Skalen nur im untersten Windungsanfange. Die obere und äußere Wand des Ductus cochlearis ist mit einschichtigen zylinderischen Epithel bedeckt. Die basale Kontur der Epithelschicht ist gleichmäßig. Das Gewebe, das nach außen anliegt, unterscheidet sich nur durch einen etwas größeren Zellreichtum von dem übrigen Gallertgewebe innerhalb der Schneckenkapsel. Es besteht aus einer einzigen gleichartigen Schicht. Eine Zugrichtung der Elemente tritt nicht deutlich hervor. Die Grenze zwischen Epithel und Bindegewebe ist ganz scharf. Eine mit Karmin besonders intensiv gefärbte gerade Linie trennt beide von einander. Es handelt sich hier offenbar um eine Basalmembran.

Es sei hier gestattet, diesen Befund mit dem zu vergleichen, den Prenant vom Meerschweinchenembryo von 5,5 cm Länge beschreibt und in seiner Fig. 1 abbildet. Er berichtet, daß die Stria in der 3. Windung in 2 Lagen geteilt sei. Die untere davon, die tiefe, so schreibt er (S. 32), „setzt sich zusammen aus einigen regellos verteilten Kernen und aus mehreren Schichten länglicher, tangential gerichteter Kerne, die in ein Plasmodium versenkt sind. Die Stria ist nicht scharf abgegrenzt nach der Tiefe zu. Eine Anzahl Gefäßlumina liegt hauptsächlich an der Vereinigungsstelle der beiden Lagen der Stria“. Eine Basalmembran sah Prenant bei seinem Präparate also jedenfalls nicht.

Beim Katzenembryo von 10 cm Nackensteißlänge, fixiert nach Carnoy, gefärbt mit Heidenhain'schen Eisenhäma-

toxylin etc., zeigt sich eine knorpelige Schneckenkapsel und eine aus embryonalem Gallertgewebe bestehende Schneckenspindel. Vom Modiolus aus gehen Gewebszüge als breite Massen auf dem Wege der Laminae modioli zur Knorpelkapsel. Eine äußere wandständige Zone der inneren Kapselauskleidung zeigt eine gewisse Selbständigkeit gegenüber dem sehr lockeren übrigen Gewebe. Sie unterscheidet sich von diesem durch augenfällige Dichte und läßt sich als perichondrale Tapete bezeichnen. Infolge der Dicke des Bindegewebslagers, das die ganze Innenfläche eines jeden knorpeligen Schneckenganges auskleidet, tritt das Ligamentum spirale im Querschnittsbilde verhältnismäßig wenig hervor. Die Stelle der späteren Prominentia spiralis springt kaum vor. Der Sulcus spiralis externus ist seicht.

Am Ligament lassen sich drei Schichten unterscheiden.

1. eine äußerste dünne, der Knorpelkapsel anliegende, die oben beschriebene perichondrale Tapete,
2. von dieser nach innen zu eine dicke, stark aufgelockerte Lage mesenchymatösen Bindegewebes: die Hauptschicht,
3. nur zwischen der Reißner'schen Membran und dem oberen der Prominentia spiralis benachbarten Sulcusufer ausgebreitet und so das Epithel der späteren Stria vascularis tragend, eine der soeben genannten zweiten an Dicke fast gleiche, jedoch zellreichere Schicht mit dichter Fügung. (Später als substriale Schicht zu bezeichnen.)

Die zweite Schicht, die Hauptmasse des Ligamentes, ist zum Teil wie beschrieben von der dritten bedeckt, zum Teil und zwar im Gebiete des Sulcus spiralis externus ist sie vom Epithel direkt besetzt.

Bei Betrachtung der einzelnen Schichten mit starker Vergrößerung findet man in der perichondralen Schicht Zellen, deren Kerne außerordentlich langgestreckt und längsoval bis spindelförmig sind. Um den Kernumfang herum ist die protoplasmatische Hülle äußerst zart, kaum noch erkennbar. Über die beiden Enden des Zellkerns

hinaus ist dagegen Protoplasma zu zwei langen Fortsätzen ausgezogen, die in der Richtung der Längsachse des Kernes weiterlaufen und unter sehr spitzen Winkeln mit den benachbarten Ausläufern anastomosieren. In der äußersten, dem Knorpel angelagerten Zone dieser perichondralen Schicht liegen die einzelnen Zellen mit ihren Fortsätzen ganz eng aneinander. Daher ist diese Zone die dichteste des Perichondriums. Mehr nach innen zu jedoch stehen die Zellen etwas weiter von einander und lassen so zwischen sich und ihren Ausläufern langgestreckte aber schmale Maschenräume frei.

In der nächsten der lockeren Hauptschicht des Ligaments erscheinen die Zellkerne nicht so langgestreckt, sondern nur leicht oval, und die protoplasmatischen Ausläufer sind auf längere Strecken hin zu verfolgen. Die Zellen selbst liegen in größern Abständen voneinander, wodurch ausgedehnte Maschenräume entstehen. Diese Auflockerung nimmt von oben, d. h. von der Höhe des Ansatzes der Reißner'schen Membran ans Ligamentum spirale nach abwärts gegen die Anheftungsstelle der Membrana basilaris hin ständig ab. Die Anordnung der Elemente der lockeren Hauptschicht ist eine solche, daß die Elemente gegen den Boden des Sulcus spirales externus und die Anheftungsstelle der Membrane basilaris hin konvergieren. Zwischen den schrägen, mittleren Zügen dieser einem Fächer ähnelnden Faserung ist außen an die perichondrale Tapete angelagert ein im Durchschnitte ungefähr dreieckiges Feld, erkennbar mit mehr sternförmigen Zellen mit Ausläufern, die sich in kürzeren Abständen vom Zellkerne verästeln und ein aus kleinen, polygonalen Maschen bestehendes Netzwerk bilden.

Durch die Konzentration der Faserzüge der Hauptschicht nach dem Ansatzpunkte der Membrana basilaris hin wird das Gewebsgefüge, je näher dieser Stelle, um so kompakter. Gegen die dritte, die substriale Schicht hin ist die Hauptschicht ebenfalls durch größere Dichte gegen-

über den tieferen Partien ausgezeichnet. Man sieht entlang der Grenze die Elemente in 3—4 Zellen dicker Lage etwas enger an einander gedrängt. Die Kerne sind gleich denen in den weniger dichten Teilen noch längsoval. Die protoplasmatischen Ausläufer zeigen indessen keine eigentliche netzförmige Verästelung, sondern erstrecken sich hauptsächlich in der Richtung von der Reißnerschen Membrane zur Prominentia spiralis hin. Sie nähern sich dabei sehr, sodaß die Maschen, die zwischen den Zellen bestehen bleiben, nur schmale, langgestreckte Spalträume sind.

Die dritte Schicht, die unter dem Epithel der späteren Stria vasculares liegt, hebt sich von dem angrenzenden dichteren Gefüge der Hauptschicht durch etwas lockeren Bau ab. Ihre zelligen Elemente sind zwar ähnlich denjenigen der übrigen Schichten, jedoch sind die Kerne mehr rundlich, und auch wohl um eine Kleinigkeit umfangreicher, und die protoplasmatischen Zellausläufer etwas stärker. Die letzteren gehen von den fast sternförmigen Zell-Leibern ab nach allen Seiten hin und anastomosieren nach kurzer Strecke mit benachbarten Ausläufern. So entsteht ein ziemlich enges, aus polygonalen Maschen zusammengesetztes Netzwerk, das dem Maschenwerk eines retikulären Gewebes ähnelt.

Gegen das Ductuslumen zu lagert auf dieser 3. Schicht das Epithel, das sich später zum Striaepithel umwandelt. Die einschichtige Epithelzell-Lage ist in diesem Stadium durch dunklere Färbung (gleichviel nach welcher Methode) der Zellkerne und des Protoplasmas gut von denen des unterliegenden Bindegewebes abgesetzt. Eine Basalmembran fehlt. Einige der im allgemeinen kubischen bis zylindrischen Epithelzellen sind an ihrem basalen Teile etwas länger ausgezogen als die anderen. Sie haben dann je einen kurzen Vorsprung, der sich zuspitzend mit dem Bindegewebe in Kontakt tritt.

Dicht unter dem Epithel steckt in dem bindegewebigen Netzwerk eine ganze Anzahl kapillarer Gefäße.

Ein Vergleich dieser Befunde mit den Angaben der Autoren, wie sie oben in der Literaturübersicht zu finden sind, ergibt die Übereinstimmung mit Waldeyer und Schwalbe hinsichtlich der dreifachen Schichtzahl im Ligament.

Was Böttcher über die Querschnittskontur des Ligamentes sagt, bezieht sich auf einen 9 cm langen Katzenembryo. Die Vorwölbung der Partie der späteren Stria ins Duktuslumen hinein wurde auch bei meinen Präparaten von 10 cm langen Katzenembryo wahrgenommen, doch eigentlich nur in den oberen Windungen.

Der Wulst wird nach Böttcher bei seinem 9 cm langen Katzenembryo (S. 143) von „leichtabgeplatteten beinahe kubischen Zellen in einfacher Lage" überzogen. „An ihrer Basis sind sie", so schreibt er, „durch eine fortlaufende Linie deutlich gegen denselben abgegrenzt". Bei meinen Präparaten von einem etwas älteren, um 1 cm längeren Embryo hat sich diese Linie bereits verloren.

Bei Prenant sind die Verhältnisse innerhalb der oberflächlichsten Partien des Ligamentes und innerhalb des Epithels, das später zum Striaepithel wird, wieder sehr kompliziert.

In der dritten Windung vom 10 cm langen Meerschweinchenembryo findet Prenant im Striagebiete wieder zwei Schichten, von denen die tiefe gegen die oberflächliche und gegen das Bindegewebe des Ligamentes schlecht abgegrenzt sein soll. Sie soll der beim 5,5 cm langen Meerschweinchenembryo beschriebenen „plasmodialen" Zone entsprechen.

In der zweiten Windung sieht Prenant als tiefe Schicht der Stria eine (S. 36) „Anhäufung von Kernen von beträchtlichem Umfange, die in unbestimmt retikulierter Substanz stecken". Diese angebliche Striaschicht soll nach Prenant, wie ich oben schon mitteilte, „unzweifelhaft durch Retikulation der die Kerne gemeinsam umgebenden Protaplasmamasse", wie er sie früher beschrieb, entstanden sein.

Die Bilder, die Prenant zu seiner Beschreibung gibt, Fig. 2, 4 und 5, scheinen mir seinen Annahmen zu widersprechen. Wer sie sieht, wird die von Prenant hervorgehobene tiefe Epithelschicht bei seiner Fig. 2 und 5 gar nicht finden, und bei Fig. 3 dem tieferen Bindegewebe zurechnen. Prenants Erklärungen seiner Bilder scheinen mir gar zu sehr im Banne jener ersten Annahme eines „Plasmodiums“ zu stehen. Auf jeden Fall aber besteht zwischen meinen Befunden beim 10 cm langen Katzenembryo und Prenants Mitteilungen über den 10 cm langen Meerschweinchenembryo eine solche Grundverschiedenheit, daß ich meine, sie läßt sich nicht daraus erklären, daß zweierlei Tiere, möglicherweise verschiedenen embryonalen Alters, untersucht wurden. Prenants tiefe Epithelschicht dürfte zum Bindegewebe gehören und meiner „dritten Schicht“ des Ligamentes entsprechen. Ich bin mit dieser Ansicht in Übereinstimmung mit Böttchers Auffassung und im Gegensatz zu Ebners Überzeugung, der sich Prenant anschließt.

Das ligamentäre Bindegewebe seines 10 cm langen Meerschweinchenembryos nennt Prenant ein fibrilläres Netz und zeichnet in seinen Fig. 2, 3, 4 und 5 eine homogene Grundsubstanz mit eingestreuten freien Kernen und feinen, unabhängigen Fasern, die sich hier und da einmal verzweigen oder überkreuzen, aber keinerlei Netzmaschenwerk bilden. Mir scheint, daß hier der Osmiumsäure der Mangel an Schärfe in Prenants Bildern zu verdanken ist.

Das nächste von mir untersuchte Stadium ist ein **Katzenembryo von 12 cm Länge,** der also nur um geringes älter ist, als der soeben beschriebene. Die Fixierung geschah in Müller-Formol und Kleinenbergs Pikrinschwefelsäure.

Hinsichtlich Schichtung, Charakteristika der Einzelelemente, Anordnung ihrer Längsachsen und ähnlicher Merkmale des Ligamentes ist kein Unterschied gegen das vorige Stadium zu bemerken.

Einer Erwähnung bedarf nur, daß die Breite der dritten (substrialen) Schicht in der obersten und mittleren Windung gegen früher leicht vermehrt, in der unteren jedoch um geringes vermindert erscheint.

Das Epithel der Stria ist in diesem Stadium etwas weiter entwickelt als im vorigen und durch die andere Fixierung in seinen Einzelheiten und seinem Verhalten zum Bindegewebe deutlicher erkennbar.

Die einzelnen Elemente der gegenüber ihrer Unterlage dunkler tingierten, einschichtigen Epithellage sind von nicht unbedeutender Formverschiedenheit. Insbesondere bezieht sich dies auf ihre tiefen, den Bindegewebe zugekehrten Enden. Neben einfachen zylindrischen Zellen finden sich nämlich solche, die schwanzartige Fortsätze besitzen, oder weit in die Tiefe hinein vorspringende Zacken. Dabei werden die Enden der Zacken zu ziemlich feinen Ausläufern, welche mit dem bindegewebigen Maschenwerk in Kontakt treten. Die gewöhnlich im oberflächlichsten Gebiete der dritten Schicht gelegenen Gefäße stoßen zum Teil an die Enden der Epithelien an, werden auch zum Teil von diesen umgriffen.

Eine ganz scharfe Abgrenzung zwischen den langausgezogenen Epithelzellfortsätzen und den protoplasmatischen Zellausläufern des benachbarten Bindegewebes läßt sich kaum vornehmen. Indessen ist hier erkennbar, daß die bindegewebigen Netzfäden hell und vielfach leicht wellig sind. Dagegen sind die Epithelzellausläufer dunkler und vorwiegend gerade. Während sie ferner meist in einer zur Oberfläche senkrechten Richtung in die Tiefe dringen, verlaufen die protoplasmatischen Fäden des Bindegewebes ganz unregelmäßig. Diese treten daher unter allen möglichen Winkeln an die Fortsätze der Epithelien heran und nicht bloß an ihre Spitzen, sondern sie berühren sie auch seitlich.

Von den Autoren hat nur Böttcher ein ähnliches Präparat beschrieben, nämlich von einem $11^1/_2$ cm langen

Katzenembryo. Er sieht den Wulst unter der späteren Stria vascularis „in allen Stadien des Schwundes" dadurch bedingt, daß das subepitheliale, substriale Gewebe in „Schleimgewebe" umgewandelt und allmählich resorbiert wird. In dieses hinein senden die Epithelien „lange Fortsätze".

Ein Vergleich dieser Angaben Böttchers mit meinen Befunden ergibt im großen ganzen Übereinstimmung.

Gehen wir jedoch jetzt zum nächsten Stadium über.

Bei der neugeborenen Katze (Fixierung in Chrom-Osmium und Iridium-Osmium) tritt nunmehr das Ligamentum spirale mit etwa halbmondförmiger Querschnittsfigur deutlicher heraus.

Die perichondrale oder jetzt besser als periostale bezeichnete Schicht erscheint gegen früher etwas verdickt und zellreicher. Auch die Hauptschicht und ebenso die dritte, die substriale dürften eine Verbreiterung erfahren haben.

Im Vergleich zu diesem Stadium finden sich in den eben genannten Teilen bei der anderthalb Tage alten Katze (fixiert mit Zenker und Müller-Formol) schon nicht unbedeutende Entwickelungsfortschritte.

Die periostale Schicht ist bei der fast fertigen Knochenauskleidung wieder dünner geworden und bildet eine scharf abgegrenzte, drei bis vier Zellen dicke Lage.

Die Hauptschicht verhält sich wie bei der neugeborenen Katze, die substriale dagegen ist etwas schmäler geworden.

In allen übrigen Punkten stimmen die Bilder von der neugeborenen und der $1^1/_2$ Tage alten Katze überein.

Die substriale Schicht wird von einem polygonalen Maschenwerk gebildet. Dessen vieleckige helle Maschenräume sind bei der neugeborenen Katze weiter als bei der $1^1{}_2$ Tage alten. Sie werden von zarten, vielfach gewellten, bei der Behandlung mit Müller-Formol und Eisenhämatoxylin nach Heidenhain leicht blaßgrau tingierten, aber trotzdem

scharf hervortretenden protoplasmatischen Zellausläufern umrahmt. Die Kerne der dazu gehörigen Zellen sind ebenfalls ziemlich blaß und von gleicher Art wie die der Hauptschicht. Sie liegen entsprechend dem lockeren Gefüge in weiten Abständen von einander und teils an den protoplasmatischen Ausläufern, teils innerhalb der Maschen. Letzteres Bild dürfte der Feinheit der Schnitte zu verdanken sein. In drei Mikren dicken Scheibchen sind Anschnitte von Zellteilen leicht möglich und häufig.

Während diese Schicht locker und hell ist, hebt sich von ihr die einschichtige Lage des Striaepithels als dicht und dunkel deutlich ab.

Die Epithelzellen besitzen ein reichliches, kompaktes, mit Eisenhämatoxylin gleichmäßig dunkelgrau gefärbtes Protoplasma. Ihre meist ovalen Kerne, die viel intensiver mit Farbstoff imprägniert sind als die Bindegewebskerne und diesen an Größe nachstehen, liegen nicht weit entfernt von der Epitheloberfläche. Die entgegengesetzten basalen Enden der Epithelzellen haben die Form langausgezogener, zum Teil franzenartiger Fortsätze und reichen insgesamt bis zu einem gewissen Niveau in die substriale Schicht hinein.

Es findet sich demgemäß eine schmale Zone des Ineinandergreifens von Epithel und Bindegewebe. In ihr verlaufen die meisten Gefäße.

Man sieht also zunächst zwischen den epithelialen Ausläufern bindegewebige Zellkerne, die von einem schmalen protoplasmatischen Hof umgeben sind und in ihrer Größe, Struktur und Färbbarkeit sich von den kleineren, meist ovalen und dunkleren Striaepithelkernen scharf unterscheiden, jedoch mit den in der substrialen Schicht tiefer gelegenen Kernen vollkommen übereinstimmen. Sie reihen sich an letztere meistens ohne fremdartige Trennung an, sind aber auch mehrfach durch die Epithelzellfortsätze, die sich um sie herumlegen, von dem übrigen Bindegewebe der substrialen Schicht mehr oder minder vollständig abgetrennt. Ebenso geht es ferner den Gefäßen, die oft und dann

allermeistens mit angelagerten Bindegewebskernen zusammen von den epithelialen Fortsätzen teilweise und vollständig umfaßt werden.

Die protoplasmatischen Ausläufer, die das substriale Maschenwerk bilden, treten ebenso wie im vorigen Stadium an die epithelialen Fortsätze heran und setzen sich mit ihnen in Kontakt. Wenn sie dabei an die Spitzen der Fortsätze sich anheften, ist es unmöglich, eine ganz scharfe Abgrenzung zwischen bindegewebigem und epithelialem Ausläufer zu erkennen. Wo Gefäße von den Striazellen noch nicht ganz umgriffen sind, bemerkt man mitunter, wie an die noch freie Seite des Gefäßes mehrere Netzfäden strahlenartig konvergierend sich anheften. Wo aber die Umfassung der Gefäße und Bindegewebskerne durch die Epithelzellfortsätze vollendet ist, da können nirgendwo Reste der fädigen Gebilde entdeckt werden.

An Präparaten, die mit Hansens Bindegewebsfarbe tingiert worden waren, zeigte sich, daß die Fäden des substrialen Netzes, wie alle übrigen bindegewebigen Ausläufer rote Farbe angenommen hatten, während die Fortsätze der Striaepithelzellen wie diese selbst gelblich geworden waren.

Zum Vergleiche findet sich zunächst Böttchers (Lit. 10) Fig. 30 von einer neugeborenen Katze. Man erkennt da die gleiche Schichtung im Ligament, wie ich sie beschrieb, und in der Hauptschicht ist die konzentrische Anordnung der Elemente und das dreieckige Gebiet nahe der Knochenkapsel gegenüber dem Ansatze der Membrana basilaris zu sehen. Der Darstellung der Einzelelemente kann ich allerdings nicht zustimmen.

Prenant gibt in dieser Hinsicht ein etwas klareres Bild in seiner Fig. 12 von der neugeborenen Katze. Unter einer oberflächlichen, allerdings noch ohne Trennung der Einzelzellen von einander gezeichneten Epithellage des Striagebietes liegt eine helle Schicht, die aus einem Maschenwerk feiner Fäden besteht, in welches freie Kerne spärlich

eingestreut sind. In der Tiefe ist dann ein Gewebe zu sehen, das anscheinend in gleichartiger Grundsubstanz feine Fädchen und freie Kerne enthält.

Das Netzwerk in Prenants Abbildung entspricht unzweifelhaft meiner substrialen Schicht. Es ist nach Prenants Meinung epithelialer Natur. Er nennt es wieder sein „Reticulum epitheliale". Die Epithelzellen deutlich zu sehen, gelang ihm nicht. Er zeichnet große, mehrkernige Gebilde, die nur teilweise durch Zellgrenzen von einander getrennt sind und nach der Tiefe zu durch Vorsprünge sich mit dem „Reticulum epitheliale" in Verbindung setzen.

Dem gegenüber bezeichnet Böttcher in seiner Fig. 30 eine helle, lockere Schicht, die unter der Stria liegt und allerdings in der Figur eigentümliche Einzelelemente aufweist, als „Rest von Schleimgewebe".

Ich bin gleich ihm im Gegensatz zu Prenant der Meinung und glaube, dies durch die Beschreibung des Befundes schon deutlich zum Ausdruck gebracht zu haben, daß die subepitheliale Schicht des Ligamentes als bindegewebiger Natur zu bezeichnen ist, und daß sie trotz aller innigen Kontakte mit der einschichtigen oberflächlichen Lage genau charakterisierter Epithelzellen, trotz der Übergänge und der Unmöglichkeit genauester Abgrenzung vom Epithel, doch als wesensverschieden von diesem anzusehen ist.

Bei der 14 Tage alten Katze (Fixierung Müller-Formol) grenzt im Bereiche des Ligaments der Saum der innersten Knochenlamelle mit einer scharfen, sich dunkel färbenden Kontur unmittelbar an die lockere Masse der Hauptschicht ohne eine Spur einer dem übrigen Perioste ähnlichen Auflagerung. Nur in der obersten Windung ragt das Periost am oberen und unteren Rande noch etwas ins Ligament hinein.

Die Querschnittskontur des Ligamentes zeigt an der Stelle der Stria eine bedeutende Konkavität. Die größere Masse der Prominentia spiralis ragt weiter hinein ins Duktuslumen. Der Sulkus spiralis externus ist tiefer als zuvor.

Die Hauptschicht zeichnet sich im Vergleich zu den früheren Stadien durch absolute, wie gegenüber den übrigen Schichten relative Zunahme ihrer Masse aus. Sie besitzt ferner einen, wenn auch immer noch lockeren, so doch gegen früher viel dichteren Bau. Sie zeigt auch jetzt die Anordnung ihrer Elemente fächerartig gegen die Anheftungsstelle dem Membrana basilaris hin konvergierend.

Innerhalb der konvergierenden Strahlung ist wie früher auch ein dreieckiges Feld unterscheidbar, das gegenüber dem Ansatze der Membrana basilaris an der Knochenwand sitzt, nicht mehr, wie erwähnt, durch Periost von ihr getrennt ist und eine größere Strecke weit als zuvor im Querschnittsbilde nach oben und unten reicht. In der untersten Windung ist es verhältnismäßig größer als in der oberen.

In diesem Felde, in dem noch der lockere Bau wie früher erhalten ist, finden sich kleine, unregelmäßig sternförmige Zellen, deren Protoplasma nach verschiedenen Seiten hin zahlreiche Ausläufer besitzt. Diese anastomosieren miteinander und bilden so ein unregelmäßiges Maschenwerk.

Im übrigen Gebiete der Hauptschicht dagegen sieht man nicht mehr die weiten Maschenräume wie früher. Hier haben sich die zelligen Elemente vermehrt und an Stelle der Maschenräume zwischen ihnen findet sich nun fibrilläre Masse. Dadurch wird das dichtere Gefüge der Hauptschicht bedingt. Um den einzelnen längsovalen Zellkern herum bemerkt man einen Protoplasmamantel, der über die beiden Kernpole hinaus zu einem feinen, allmählich sich verjüngenden Fortsatz ausläuft.

Im bindegewebigen Boden des Sulkus spiralis externus nahe dem Zentrum, nach dem hin alle Strahlenrichtungen konvergieren, ist die fibrilläre Masse besonders dicht, die Kerne sind dafür umso spärlicher. Die Nischen oder Spaltbildungen im Bindegewebe sind reichlicher als früher.

Gegen die substriale Schicht zu setzt sich die Hauptschicht scharf ab. Die oberflächlichste Lage besteht aus

eng aneinander gelagerten Zellen, die langausgezogene spindelförmige Ausläufer besitzen. Mit diesen bilden sie ohne fibrilläre Zwischensubstanz eine verdichtete Grenzlamelle.

Die substriale Schicht ist viel weniger dick und in den oberen Schneckenwindungen breiter und lockerer als in den unteren. In der obersten dritten Windung liegen in ihrem Dickendurchmesser noch mehrere Maschen übereinander, sind zwar noch als weit und groß zu bezeichnen, sind doch aber nicht mehr so umfangreich wie im vorigen Stadium. In der mittleren Windung sind die Verhältnisse kleiner und in der untersten ist nur noch ein schmaler Streifen vorhanden, innerhalb dessen nur noch Reste des Maschenwerkes sich finden lassen. Es sind feine Fasern, die wie bald quere, bald schräge Brücken eine Verbindung zwischen der Hauptschicht und der Stria vascularis herstellen. An manchen Stellen sind Kerne eingestreut. Bei der Schmalheit der substrialen Schicht stoßen sie auf der einen Seite an die Grenzlamelle der Hauptschicht, auf der andern Seite an die Stria vascularis an. Kapillare Gefäße haben in der substrialen Schicht im allgemeinen keinen Verlauf. Nur auf dem Wege zur Stria kreuzen sie diese.

Die Stria vascularis, die eine gegen früher gleichmäßigere Schicht aufweist und durch intensiv dunkle Färbung (besonders mit Heidenhainschen Eisenhämatoxylin) ausgezeichnet ist, die ferner Epithelzellelemente von äußerst variierender Form mit Zellkörpern und besenreisähnlichen basalen Fortsätzen besitzt, schließt in ihr Gebiet Zellen ein, die den soeben genannten in der hellen substrialen Zone befindlichen völlig gleichen.

Demgemäß sind sie also auch als bindegewebige Elemente zu betrachten. Am reichlichsten ist ihre Einlagerung zwischen den basalen Teilen der Epithelzellen, den Fortsätzen, von denen sie teilweise oder häufig auch gänzlich umklammert werden. Indessen findet man auch dicht unter der Oberfläche des Epithels zwischen den Epithelzellkörpern

solche Bindegewebskerne. Fast immer gelangen sie durch Begleitung von Gefäßen dahin, die ebenfalls so hoch hinauf ins Epithel eingelagert zu sehen sind, und die an mehreren Stellen nur noch durch eine dünne protoplasmatische Schicht der Epithelien vom Duktuslumen getrennt werden.

Daß die eingeschlossenen Kerne ursprünglich der substrialen bindegewebigen Schicht angehörten und von den Fortsätzen der Epithelien erst sekundär umwachsen wurden und so ins Striagebiet hineingerieten, kann man an mehreren Stellen erkennen. Man sieht nämlich wiederholt wie solche den substrialen Kernen vollständig gleiche Kerne, die zwischen epithelialen Fortsätzen stecken, aber nicht vollständig von diesen umfaßt sind, wie solche auf ihrer der Tiefe zugekehrten freien Seite durch feine protoplasmatische Ausläufer direkt mit dem Maschenwerk der substrialen Schicht, resp. dessen Rest in Zusammenhang stehen. Wo aber Bindegewebskerne vollständig zwischen Epithelzellen eingeschlossen sind, läßt sich keine Spur solcher fädigen Ausläufer erkennen.

Wie bisher, so geht auch aus meinen Befunden von der 14 Tage alten Katze der Gegensatz zu Prenants Anschauung über die Natur der dem Striaepithel anliegenden substrialen Zellen hervor. Dagegen kann ich mit Böttcher wieder übereinstimmen, nach welchem (S. 145) die fortschreitende „völlige Resorption“ des substrialen „Schleimgewebes“ in gegenseitigem Abhängigkeitsverhältnis und gleichzeitig sich vollzieht mit der Gewinnung der definitiven Form der Ligamentkontur, mit der Entwicklung der Striadicke und der Verlagerung der Gefäße zwischen die Epithelzellen hinein.

Von **erwachsenen Katzen** im Alter von 3 und 4 Jahren, fixiert in Müller-Formol, Zenker, Kleinenbergs Pikrinschwefelsäure, Iridium-Osmium, Flemming schwach und stark, entkalkt in schwefeliger Säure — liegen Präparate vor, die längs und quer zur Spindelachse geschnitten sind

und entsprechend als Vertikal- und Horizontalschnitte bezeichnet werden können.

Hier zeigt das Ligament im Querschnitte, der also auf Vertikalschnitten der Schnecke sichtbar ist, Halbmondform. Es überwiegt dabei gegen früher durch seine Masse ganz besonders augenfällig gegenüber allen anderen Gebilden innerhalb des knöchernen Schneckenkanals. Es ragt in diesen mit seiner Innenkontur viel weiter hinein, da es dicker geworden ist. Die Prominenz ist gleichmäßiger gerundet. Sie erscheint nicht mehr wie früher gegen das Striagebiet leicht winkelig geknickt, sondern geht allmählich in die Konkavität der Striagegend über. Diese ist jetzt recht beträchtlich geworden. Der Sulkus hat mehr an Breite, als an Tiefe zugenommen. Reichliche Unterbrechungen finden sich in seiner Kontur des bindegewebigen Bodens.

Das ganze Ligament besteht aus gleichartigem, fibrillärem Bindegewebe, das nur in seiner schichtweisen Anordnung besondere Merkmale aufweist.

Die äußerste, dem knöchernen Schneckengehäuse anliegende Zone läßt auf Horizontalschnitten die Anordnung ihres Baues erkennen. Es handelt sich um eine ungefähr ein Fünftel der Gesamtdicke des Ligamentes betragende Schicht, in der die Fibrillenbündel vorwiegend äquatorial verlaufen, in den Horizontalschnitten also längs der Knochenwand und die nicht sehr dicht zusammengedrängt sind. In vertikalen Schnitten erscheint der Bau unregelmäßig. Wenige Fibrillen sind da längs getroffen, zahlreiche schräg- und quergetroffene sind in den Zwischenräumen zwischen jenen zu erkennen.

In der Hauptmasse des ligamentären Bindegewebspolsters findet sich die Überzahl der dicken Fibrillen, ebenso wie früher, konzentrisch nach der Ansatzstelle der Basilarmembran gerichtet. Nur wenige einzelne durchflechten die übrigen quer und schräg. Gegenüber den Elementen der wandständigen Zone sind die bald runden, bald ovalen Kerne hier etwas größer.

An der Ansatzstelle der Reißnerschen Membran sieht man weit deutlicher in den unteren Schneckenwindungen als in den oberen ein im Querschnitt längliches, nach unten zu einem schmalen Bande sich verjüngendes und zugeschärftes, kompaktes Faserbündel, das wieder parallel dem Schneckengange verläuft. Innerhalb der anders gerichteten Fibrillen seiner Umgebung ist es gut abgrenzbar. Es nimmt an seiner dicksten Stelle etwa ein Drittel der Gesamtdicke des Ligaments an dieser Stelle ein und erstreckt sich mit seiner Querschnittsfläche vom Ansatz der Reißnerschen Membran in die Richtung auf die Prominentia spiralis, in einer Länge, die etwa einem Drittel bis einem Viertel der Länge des quergeschnitten Striabandes entspricht.

Die den Rand der Hauptschicht gegen das Striagebiet bildende schmale Grenzzone zeigt gegenüber den tiefer gelegenen Massen des Ligamentes, wie früher, auch Verdichtung durch engere Aneinanderlagerung seiner Elemente. Diese sind so geordnet, daß sich trotz allerdings mehrfacher teilweiser Durchflechtung doch 2 Hauptblätter unterscheiden lassen, ein tieferes, in der Richtung seiner Fibrillen von der Reißnerschen Membran zur Prominentia spiralis verlaufendes und ein schmales oberflächliches, also unmittelbar unter der Stria vascularis liegendes, dessen Fasern dem Schneckengang parallel ziehen.

Zwischen dieser Zone ist irgend ein Maschenwerk, wie es früher bestand und als substriale Schicht beschrieben wurde, nicht mehr zu bemerken. Die Abgrenzung zwischen Epithel und Bindegewebe ist ähnlich wie früher durch die jetzt noch viel deutlicher hervortretenden Farb- und Formdifferenzen gegeben.

Im Vergleich zu den früheren Stadien enthält die Stria vascularis hier viel weniger bindegewebige Einschlüsse zwischen den Epithelzellen. Gewiß infolge der nunmehr voll ausgebildeten massigen Entfaltung der büschelförmigen und besenreisartigen Fortsätze der Epithelzellen sind die in jüngeren Stadien zwischen die Epithelzellen eingelagerten

Bindegewebszellen fast alle nach abwärts gedrängt. Sie sind so aus der eigentlichen Epithelschicht hinausgeschoben worden und finden sich nur noch zwischen den untersten Enden der Fortsatzbüschel dicht auf das darunterliegende Bindegewebe aufgelagert.

Im Gegensatze zu diesem Vorgang sind die Gefäße nicht bloß in der Stria liegen geblieben, sondern haben sogar meistens eine recht oberflächliche Lagerung erhalten.

In der Prominentia spiralis zeigen die fibrillären Elemente mehrfache Durchflechtung, ohne daß im allgemeinen eine Hauptrichtung besonders hervortritt. Nur hier und da scheint sich eine solche auf dem kürzesten Wege zwischen Stria und Membrana basilaris bemerkbar zu machen.

Der bindegewebige Boden des Sulkus spiralis externus wird besonders im unteren Ufer und in der Mitte von einer kernlosen, feinst fibrillären, fast homogen aussehenden Masse gebildet. Diese entsteht aus den nun zusammengelegten Fibrillenbündeln der Faserung, die aus der Hauptschicht radiär einstrahlt.

Von der der Mitte des Sulkus entsprechenden tiefsten Stelle an bis zum oberen Ufer hinauf, in der untersten Windung auch bis jenseits der Mitte ins untere Ufer reichend sieht man auf Querschnittsbildern, die Kontur des bindegewebigen Sulkusbodens mehrfach unterbrochen durch die Spaltbildungen im Bindegewebe.

Die Flächenansicht der letzteren ist in der Literatur mehrfach wiedergegeben. So bei Böttcher (Lit. 10) Tafel XI Fig. 47 und, wenn auch nicht so deutlich, bei Ebner (Köllikers Handbuch Lit. 23 (1902) S. 924). Man sieht beim Blick senkrecht auf den Sulkusgrund in dessen Mitte oder von ihr nach oben oder unten mehr oder weniger abweichend ein mehrere hintereinander in der Sulkusbreite in gerader Linie stehende ovale oder an beiden Enden zugespitzte schmale Foramina, die mit ihren Längsachsen quer zum Sulkus verlaufend stehen. Die zwischen diesen

Löchern befindlichen Brücken oder Säulen sind etwas breiter als jene.

Auf Horizontalschnitten am besten sind die Spalten in ihrem Tiefendurchmesser zu überblicken, der in den unteren Windungen etwas mehr, in den oberen etwas weniger als ein Drittel der Gesamtdicke des Ligamentes an dieser Stelle beträgt. Die bindegewebigen, säulenartigen Zwischenbalken zwischen diesen Spalten entspringen von der zusammenhängenden Bindegewebsmasse. Auf genannten Horizontalschnitten, wo man ihren Querschnitt übersieht, und bei Betrachtung eines kleinen Gebietes gleichen sie langen, fast gleichstarken Zähnen. In der ersten Windung bleiben diese Zähne in ihrer ganzen Länge gleich breit und haben an ihren freien Enden etwas abgerundete Ecken. In den oberen Windungen sind sie von etwas unregelmäßigerer Gestalt und an ihren freien Enden meist schmaler als an der Basis.

Der Faserverlauf in diesen säulenartigen Zwischenbalken ist auf Horizontalschnitten, die die zahnartigen Säulenquerschnitte zeigen, vorzüglich zu sehen. Hier läßt sich erkennen, daß die Zähne an ihren freien Enden und seitlichen Rändern durch eine schmale Schicht recht feiner längsgetroffener Fasern konturiert sind. Im Innern sind dagegen derbe Fibrillen, die ferner einerseits nahe dem freien Ende dicht gedrängt stehen und quergeschnitten worden sind, andererseits nach der Basis der Zähne zu weniger dicht gedrängt und mehr schräg und in verschiedener Richtung durchschnitten befunden werden. Kerne sind innerhalb des Gewebes der Zwischenbalken recht spärlich.

Auf Schnitten durch die Spindelachse lassen sich diese Verhältnisse nicht in gleich gutem Maße erkennen. Nach der Schneckenkuppel zu nimmt die Zahl und Größe der Spalten und damit auch der Zwischenbalken ab, während gleichzeitig die Struktur an Prägnanz verliert. Im Bereich dieser fibrösen Balken ist die Gefäßanordnung eine recht

charakteristische, fast systematische. Auch wieder an Horizontalschnitten durch die Schnecke ist am besten ersichtlich, daß die erste Zone, in der man häufig Gefäße trifft, sich an der Basis der Zähne befindet, d. h. an der Stelle, wo die Säulen von der Hauptmasse des ligamentären Bindegewebes entspringen. Zweitens sind innerhalb der Zähne besonders gegen ihre freien Enden zu wiederum reichliche Gefäßquerschnitte zu erkennen. Es läßt sich so von einer oberflächlichen und einer tiefen systematischen Gefäßanordnung sprechen. Eine solche ist sonst nirgends mit gleicher Regelmäßigkeit im Bindegewebe des Ligaments zu finden.

Färbungen mit Orzein und Weigertschem Elastin lieferten nicht den Nachweis elastischer Elemente im Ligament; ebensowenig wie sich bei Färbung mit Hansens Pikrin-Fuchsin und bei Apáthys Dreifachfärbung mit Ammoniumpikrat-Fuchsin Anhaltspunkte für Vorhandensein eines Muskels im Ligament ergaben.

Wenn ich diesen Befund bei erwachsenen Katzen vergleiche mit den Angaben der Autoren, wie ich sie oben im Zusammenhang darstellte, dann ergibt sich, daß Böttcher und Schwalbe, die das ligamentäre Bindegewebe in drei Schichten zerlegen, und ferner auch Retzius und Ebner die äußerste, dem Knochen anliegenden Zone des Ligamentes als Periost auffassen, während ich dies nicht vermag.

Denn es zeigte sich, daß wohl in früheren Stadien ein in vertikaler Richtung verlaufendes Perichondrium und später Periost vorhanden war, daß dies aber aus dem Bereiche des Ligamentes verschwand. Entgegengesetzt diesem Vorgange verbreiterte sich das beim 10 cm langen Embryo noch wenig umfangreiche „dreieckige" Feld in der Tiefe des Ligamentes gegenüber dem Ansatze der Membrana basilaris allmählich nach oben und unten, kam unmittelbar auf den Knochen zu liegen und bildet nun bei erwachsenen Tieren die „äußerste Ligamentzone", die eine erst auf

Horizontalschnitten in ihrer Verlaufsrichtung deutlich übersichtliche, äquatoriale Anordnung der Elemente zeigt. Auf Vertikalschnitten aus den verschiedenen Altersstadien, wo die Größenzunahme des dreieckigen Feldes zu verfolgen ist, bleibt das lockere und unregelmäßige Aussehen dieser Zone durchweg gleichmäßig bestehen. Mir ist also die Herkunft der äquatorialen äußersten Zone des Ligamentes aus jenem dreieckigen Felde unzweifelhaft, ebenso wie der Schwund des Periostes in der Tiefe des Ligamentgebietes klar nachweisbar war. Ich vermag demgemäß die äußerste Zone nicht als Periost aufzufassen, sondern als einen Teil des eigentlichen Ligamentes.

In dieser Auffassung stimme ich mit Eichler überein, der auf anderem Wege zu dem gleichen Resultate kam. Denn er fand, daß die Kapillargebiete im Ligamentum spirale (S. 330) „das Gemeinsame haben, daß sie weder mit den Gefäßen der Basilarmembran noch mit denen des umhüllenden Knochens in Verbindung treten. Aus diesem Grunde ist es auch verfehlt, die Grundhaut der Schneckenhülle, die diese Gefäßgebiete trägt, als Periost aufzufassen."

Nach dem Gesagten und meinen Darstellungen des Befundes ist nun der Unterschied zwischen meiner Einteilung in einige Zonen von bestimmter Zugrichtung und den Trennungen in drei Schichten, wie sie Böttcher und Schwalbe und im gewissen Sinne auch Ebner vornahmen, ohne weiteres ersichtlich.

Was die feinere Anatomie des Ligamentes betrifft, so muß ich Lavdowsky widersprechen, der „fast ausschließlich platte Zellen" sah, ferner Löwenberg, der von „hyalinen Fasern unterhalb der Prominenz" spricht und schließlich Winiwater und Reichert, die elastische Elemente bemerkt haben wollen.

Die an das Striaepithel anstoßende Partie des Ligamentes erfordert genaue Besprechung.

Wir sahen ganz in der Weise, wie es Böttcher angab die ehemals breite substriale Zone, die bindegewebiger

Natur ist, schmaler werden und schwinden, während gleichzeitig die Striazellen ihre definitive besonders charakterisierte Gestalt gewannen und die anfangs tiefer liegenden Gefäße in ihre einschichtige Lage hinein aufnahmen. Die bindegewebigen Zellelemente der subrialen Schicht konnten stets als solche erkannt und von den epithelialen Strialelementen scharf unterschieden werden, so eng aneinander und in gleichem Niveau neben einander sie auch lagen.

Bei erwachsenen Tieren ist eine substriale Schicht nicht mehr vorhanden. An die einschichtige Lage der Epithelzellen zwischen deren untersten Enden noch Bindegewebselemente stecken, gleichsam als ob die Epithelzellen mit ihren Fortsatzbüscheln sich an diesen festhielten, grenzt jene schmale Zone der zwei teilweise durchflochtenen Faserzüge.

An dieser Stelle sah auch Waldeyer eine Gewebsverdichtung und er faßte sie als Basalmembran des Epithels auf. Ebenso Prenant, der diese verdichtete Partie von seinem Reticulum epitheliale herleitet, welches wieder aus seinen epithelialen Symplasma bei Embryonen entstanden sein soll. Nach seiner Ansicht bildet dieses Reticulum epitheliale den Ursprung (S. 63) „1. für eine Art kernhaltige Basalmembran, 2. für interstitielle Zellen, die zwischen den epithelialen Zellulae propriae liegen und die ihrerseits entweder Stützzellen oder Elemente von lymphatischem Aussehen sind". Prenant hält diese verdichtete, schmale Zone unter dem Epithel also für epithelialer Natur und nennt ihre Elemente, ebenso wie die zwischen den Epithelfortsätzen gelegenen „épithélio-connectifs" oder auch „épithélio-conjonctifs".

Ich muß auf Grund meiner Präparate, welche die bindegewebige Natur der substrialen Schicht stets erkennen ließen, und stets die scharfe Unterscheidung der Epithelzellen von den unter und teils auch zwischen ihnen gelagerten Bindegewebszellen ermöglichten, Prenants Anschauung über seine „éléments épithélio-connectifs" ver-

werfen, wenn auch Ebner (Lit. 23, Seite 941) sich ihr anschließt und auch Siebemann, der (Lit. 22, S. 308) von „epithelioiden Zellen“ spricht. Ebensowenig vermag ich der Auffassung der subepithelialen, verdichteten Zone als einer „Basalmembran“ zuzustimmen.

Prenants Vermutung, muskulärer Gebilde in der Prominentia spiralis hat sich durch meine Untersuchung nicht bestätigt. Ich konnte auch nicht jene besondere Zellgruppe in der Dicke der Prominentia spiralis erkennen, die Prenant im Verdachte der Kontraktilität hat, worüber ich ausführlicher in den Literaturauszügen berichtete.

Zusammenfassung.

1. Das Ligamentum spirale des erwachsenen Tieres besteht aus gleichartigem Bindegewebe und zeigt in verschiedener Tiefe bemerkenswerte Unterschiede nur in der mehr oder minder bedeutenden Verdichtung und in der Anordnung der Elemente zu bestimmten Zugrichtungen und Faserzügen, von denen der äußerste kein Periost darstellt.
2. Kontraktile Elemente (ein Musculus cochlearis) war zu keiner Zeit der Entwicklung nachzuweisen.
3. Die nahe unter der Stria vascularis beim erwachsenen Tier befindliche verdichtete Zone, welche entstanden ist durch immer engeres Aneinanderschließen der innersten Randzone der Hauptschicht schon zu einer Zeit, als zwischen ihr und dem Striaepithel das substriale Netzwerk seine Entwicklung durchmachte, ist bindegewebiger Natur und keine Basalmembran.
4. Die zwischen den basalen Epithelzellfortsätzen der Stria beim erwachsenen Tier gelegenen zelligen Elemente sind Reste der ehemals vorhandenen, anfangs an Dicke zunehmenden, später schwindenden substrialen Schicht und sind wie diese bindegewebiger Natur.

Es handelt sich also nicht um „epithelioide" (Siebemann) oder um wirkliche epitheliale (Ebner) tiefe Zellen, sondern um ein räumliches Ineinandergreifen der Striaepithelien und der restierenden Bindegewebszellen der ehemaligen substrialen Schicht.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. S. Mollier für Übernahme des Referates recht sehr und vielmals zu danken.

Literaturverzeichnis.

1. R. B. Todd and W. Bowman, The physiological Anatomy and Physiology of man. London 1847. Band II.
2. A. Köllicker, Mikroskopische Anatomie, Band II, zweite Hälfte. Leipzig 1854.
3. Archiv für patholog. Anatomie und Physiologie, herausgeg. von R. Virchow, Band XIX, 1860.
   A. Böttcher contra Deiters.
4. O. Deiters, Untersuchungen über die Lamina spiralis membranacea. Bonn 1860.
5. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, herausg. von Siebold und Köllicker, Band XIII, 1863.
   v. Hensen, Zur Morphologie der Schnecke des Menschen und der Säugetiere.
6. A. Köllicker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1867.
7. B. Löwenberg, La Lame spirale du limaçon de l'oreille de l'homme et des mammifères. Paris 1867.
8. Journal de l'anatomie et de la physiologie par M. C. Robin, 1867—68 (S. 626).
   B. Löwenberg (Fortsetzung von No. 7.)
9. Monatsschrift für Ohrenheilkunde, herausg. von Voltini, Gruber, Rüdinger und Weber, Zweiter Jahrgang 1868. No. 11 und 12 (S. 169 und 183).
   H. W. Mittendorp, Zur Histologie und Entwicklung der Schnecke.
10. Verhandlungen der Kaiserlichen Leopoldo-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher, Band XXXV. Dresden 1870.
    A. Böttcher, Über Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinths.

11. Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse LXI, Abt. 1 Wien 1870.
v. Winiwarter, Untersuchungen über die Gehörschnecke der Säugetiere.
12. Archiv für Anatomie und Physiologie, herausg. von Reichert und Du Boys Reymond, Jahrgang 1871.
C. B. Reichert, Beitrag zur feineren Anatomie der Gehörschnecke beim Menschen und dem Säugetiere. (Auszug aus einem Vortrage vom Juli 1864.)
13. S. Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben, Band II. Leipzig 1872.
W. Waldeyer, Hörnerv und Schnecke (dort auch Literatur.)
14. Archiv für mikroskopische Anatomie, herausg. von M. Schulze, Band VIII, 1872.
J. Gottstein, Über den feineren Bau und die Entwickelung der Gehörschnecke der Säugetiere und des Menschen.
15. Archiv für mikroskopische Anatomie, Band XIII, 1877.
M. Lavdowsky, Untersuchungen über den akustischen Endapparat der Säugetiere.
16. G. Retzius, Das Gehörorgan der Wirbeltiere, Band II. Stockholm 1884.
17. C. E. Hoffmann, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, Band II; Abteilung 3. Erlangen 1887.
G. Schwalbe, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane.
18. A. Politzer, Anatomische und histologische Zergliederung des menschlichen Gehörorgans. Stuttgart 1889.
19. Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie, herausg. von W. Krause, Band IX, 1892.
A. Prenant, Recherches sur la paroi externe du limaçon des mammifères et spécialement sur la strie vasculaire.
20. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, herausg. von Fr. Merkel und Bonnet, Band II, 1892.
Fr. Merkel, Besprechung der Ergebnisse auf dem Gebiete des Gehörorgans. (Literatur.)
21. Abhandlungen der sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, mathemat.-physikal. Klasse, Band XVIII, 1893.
O. Eichler, Anatomische Untersuchungen über die Wege des Blutstromes im menschlichen Ohrlabyrinth.
22. Handbuch der Anatomie des Menschen, herausg. von K. von Bardeleben, Band V, Abteilung 2. Jena 1898.
F. Siebemann, Mittelohr und Labyrinth.
23. A. Köllicker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, herausgegeben von V. v. Ebner, Band III, 2. Hälfte. Leipzig 1902.

Lebenslauf.

Felix Voigt, geboren 2. März 1877 zu Spandau.

Schulbildung: Kgl. Gymnasium zu Spandau. „Zeugnis der Reife“ am 31. August 1897.

Medizinische Studien: 4 Semester in Berlin, 3 in Göttingen, 2 in München.

Approbation als Arzt am 27. Januar 1903.

Druck von F. W. Gadow & Sohn in Hildburghausen.

Druck von F. W. Gadow & Sohn
in Hildburghausen.